

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura			
Código	401081	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Computación de Altas Prestaciones		
Denominación (inglés)	High Performance Computing		
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería Informática		
Centro	Escuela Politécnica		
Semestre	2	Carácter	Obligatorio
Módulo	Módulo de Tecnologías Informáticas		
Materia	Tecnologías Informáticas Avanzadas		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Miguel Ángel Vega Rodríguez	ARCO	mavega@unex.es	http://arco.unex.es/mavega
Área de conocimiento	Arquitectura y Tecnología de Computadores		
Departamento	Tecnología de los Computadores y de las Comunicaciones		
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)	Miguel Ángel Vega Rodríguez		
Competencias			
COMPETENCIAS BÁSICAS			
CB6: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.			
CB9: Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.			
CB10: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.			
COMPETENCIAS GENERALES			
CG4: Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería en Informática.			
CG8: Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar estos conocimientos.			
COMPETENCIAS TÉCNICAS/ESPECÍFICAS			
CETI07: Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de computación de altas prestaciones y métodos numéricos o computacionales a problemas de ingeniería.			
COMPETENCIAS TRANSVERSALES			
CT11: Capacidad de aprendizaje autónomo.			
Contenidos			
Breve descripción del contenido			
Evolución y estado actual de la computación de altas prestaciones. Computación de alto rendimiento (HPC). Computación de alta productividad (HTC). Arquitecturas de computadores para HPC y HTC. Diferencias y semejanzas entre HPC y HTC. Supercomputación y computación grid: Concepto, necesidad			

y aplicaciones. Computación con clusters. Tecnologías e infraestructuras grid.

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: Supercomputación y Computación Grid

Contenidos del tema 1:

- 1.1. Computación: Necesidades. Límites físicos. Tecnologías futuras.
- 1.2. Clasificación de las arquitecturas paralelas.
- 1.3. Multiprocesadores: Concepto de memoria compartida. UMA. NUMA. COMA.
- 1.4. Multicomputadores: Concepto de memoria distribuida. MPP. COW. Clúster Beowulf.
- 1.5. Computación de altas prestaciones: HPC vs. HTC.
- 1.6. Supercomputación (HPC): Algunas medidas de paralelismo. Programación paralela. Computadores más potentes. Aceleradores Hardware.
- 1.7. Computación Grid (HTC): Concepto. Organización por capas. Estructura. Programación. Ejemplos. Proyectos. La Red. Uso.
- 1.8. e-Ciencia: Red española de e-ciencia. Red IRIS. RES: Red española de supercomputación.
- 1.9. Desktop Grid Computing o Computación Institucional: Concepto. Alternativas.
- 1.10. Computación Voluntaria.
- 1.11. BOINC: Concepto. Algunos proyectos.
- 1.12. Arquitecturas paralelas: Últimos avances.
- 1.13. Arquitecturas distribuidas: Últimos avances. Computación en nube.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Programación paralela con OpenMP.

Denominación del tema 2: Supercomputación en Extremadura

(Este tema será impartido por el CénitS)

Contenidos del tema 2:

- 2.1. El Centro Extremeño de Investigación, Innovación Tecnológica y Supercomputación (CénitS).
- 2.2. Arquitectura, características técnicas y singularidades de los supercomputadores LUSITANIA, LUSITANIA II, LUSITANIA III y otros equipos de cómputo de CénitS.
(Los apartados 2.1 y 2.2 se llevarán a cabo en una visita al Centro CénitS donde se presentará el nuevo CénitS-CPD)
- 2.3. Herramientas de administración, scheduling, tuning y monitorización de un supercomputador.
- 2.4. Ejemplo de paralelización de código para supercomputación y aplicación de benchmarks.
- 2.5. Casos de éxito y proyectos de supercomputación en Extremadura.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Programación paralela con MPI (en C++ y Python).

Denominación del tema 3: Computación para Optimización de Problemas

Contenidos del tema 3:

- 3.1. Algoritmos y optimización.
- 3.2. Computación evolutiva. Dominios de aplicación.
- 3.3. Algoritmos genéticos. Fundamentos.
- 3.4. Construcción de algoritmos de optimización.
- 3.5. Ejemplos de aplicación. Operadores para problemas específicos.
- 3.6. Paralelismo y optimización de problemas.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Inteligencia de enjambre - Artificial Bee Colony.

Denominación del tema 4: Proyecto sobre los Contenidos de los Temas Previos

Contenidos del tema 4:

- 4.1. Elección del algoritmo evolutivo y comprensión de su pseudocódigo y funcionamiento.
- 4.2. Implementación del algoritmo evolutivo para resolver cierto problema.
- 4.3. Paralelización del algoritmo evolutivo implementado.
- 4.4. Evaluación y comparación de la calidad de los resultados y del tiempo de ejecución del algoritmo evolutivo paralelo implementado.

Descripción de las actividades prácticas del tema 4: Programación de algoritmo evolutivo paralelo.

Temporización de temas

		Semana															Examen		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
		Febrero					Marzo					Abril						Mayo	
Temas	1	■	■	■	■	■													
	2						■	■											
	3								■	■	■	■							
	4												■	■	■	■			

Actividades formativas

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas					Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP	
1	45	15	0	5	0	0	0	25	
2	18	6	0	2	0	0	0	10	
3	27	9	0	3	0	0	0	15	
4	36	12	0	4	0	0	0	20	
Evaluación	24	3	0	1	0	0	0	20	
TOTAL	150	45	0	15	0	0	0	90	

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes).

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes).

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes).

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

Clases teórico-prácticas en aula

Se emplearán distintas actividades en el aula, dirigidas al grupo completo o a pequeños grupos. Principalmente, se realizarán clases expositivas para el desarrollo de los contenidos fundamentales de la asignatura y, para conseguir la participación activa de los estudiantes, se llevarán a cabo actividades breves individuales o en grupo que permitan aplicar los conceptos expuestos y resolver problemas. Se propondrán actividades encaminadas a la aplicación de los conocimientos en la resolución de problemas propios del ámbito de la Computación de Altas Prestaciones.

Sesiones de laboratorio y/o seminario

Se realizarán actividades prácticas, sesiones de laboratorio guiadas, seminarios de resolución de problemas, etc. en grupos, bajo la dirección del profesor. Se podrán incluir actividades previas y posteriores a las sesiones de laboratorio y seminario que ayuden a conseguir los objetivos propuestos. Las actividades propuestas se aproximarán, en la medida de lo posible, a las actividades reales a las que se enfrenta un Ingeniero en Informática en su desarrollo profesional.

Trabajo y estudio individual no presencial

Realización de actividades, trabajos y estudio por parte del estudiante, de manera autónoma, individualmente o en grupo. Se fomentarán las tareas no presenciales similares a las que realiza un Ingeniero en su ámbito profesional.

Resultados de aprendizaje

- Conoce los ámbitos más actuales de la computación de altas prestaciones, tanto de alto rendimiento (HPC, High Performance Computing) como de alta productividad (HTC, High Throughput Computing).
- Domina los principios de las arquitecturas de computadores para HPC y HTC.
- Comprende los conceptos fundamentales sobre supercomputación y computación grid.
- Administra y programa clusters y arquitecturas distribuidas.
- Sabe cómo hacer rápida y eficiente la ejecución de aplicaciones de muy alto coste computacional, utilizando técnicas hardware en las que los procesadores pueden trabajar en paralelo y/o de forma distribuida, a distintos niveles.

Sistemas de evaluación

La asignatura ofrece **2 itinerarios de evaluación diferentes**:

Itinerario A: Se propone un sistema de **evaluación continua** que tendrá en cuenta la asistencia y participación activa en las clases teóricas y seminarios/laboratorios, la elaboración de trabajos, las exposiciones en clase y el examen final. Siguiendo este sistema de evaluación se obtendrá una nota (de 0 a 10) por cada uno de los temas de la asignatura. La **nota final (NF)** será la **media aritmética** de las **notas obtenidas en los distintos temas** de la asignatura, **siempre y cuando se hayan aprobado todos los temas** mediante la evaluación continua:

$$NF = (NotaTema1 + NotaTema2 + NotaTema3 + NotaTema4) / 4$$

Itinerario B: Los **estudiantes que no hayan superado o no deseen seguir la evaluación continua** tendrán derecho a presentarse al **examen final (prueba final alternativa de carácter global)** de la asignatura en las convocatorias oficiales correspondientes. En el examen final se realizarán preguntas que incluirán contenidos de todos los temas de la asignatura. En este caso, la **nota de la asignatura** será la **nota obtenida en dicho examen final**.

Bibliografía (básica y complementaria)

- Apuntes y diapositivas facilitados por el profesor.
- Referencias bibliográficas:
 - Distributed and Parallel Systems: From Cluster to Grid Computing. Peter Kacsuk, Thomas Fahringer & Zsolt Nemeth. Springer.
 - The Sourcebook of Parallel Computing. Jack Dongarra, Ian Foster, Geoffrey C. Fox, William Gropp, Ken Kennedy, Linda Torczon & Andy White. Morgan Kaufmann.
 - Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems. Ajay D. Kshemkalyani & Mukesh Singhal. Cambridge University Press.
 - Cluster Computing. Rajkumar Buyya & Clemens Szyperski. Nova Science Publishers.
 - The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure. Ian Foster & Carl Kesselman. Morgan Kaufmann, 2nd edition.
 - Efficient and Accurate Parallel Genetic Algorithms. Erik Cantú-Paz. Kluwer Academic

Publishers.

- Parallel Metaheuristics: A New Class of Algorithms. Enrique Alba. Wiley.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Aula virtual de la asignatura (descarga de materiales, foros, noticias, etc.):
<https://campusvirtual.unex.es/zonaux/avuex/course/view.php?id=10053>
- TOP500 Supercomputer List: <https://www.top500.org>
- Green500 Energy-Efficient Supercomputer List: <https://www.top500.org/lists/green500/>
- Centro Extremeño de iNvestigación, Innovación Tecnológica y Supercomputación (CénitS):
<http://www.cenits.es>
- Centro Extremeño de Tecnologías Avanzadas (CETA-CIEMAT): <https://www.ceta-ciemat.es>
- Sitio web sobre AGs: <https://www.obitko.com/tutorials/genetic-algorithms>
- Evolutionary Computation Bestiary: <https://github.com/fcampelo/EC-Bestiary>
- Sitios web de los distintos libros recomendados en la asignatura.